

10 MAR 1993

EXCHANGE LIBRARY

Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Vol. 132 (1991), n. 10, pag. 121-142

Milano, settembre 1992

Remigio Rossi (*), Gilberto Grandi (**), Renata Trisolini (**),
Piero Franzoi (**), Alberto Carrieri (**),
Bahram S. Dezfuli (**) & Emilia Vecchietti (**)

Osservazioni sulla biologia e la pesca dello storione cobice *Acipenser naccarii* Bonaparte nella parte terminale del fiume Po

Riassunto — Nell'area del fiume Po, due delle 3 specie di storioni segnalate negli anni settanta (*Acipenser sturio*, storione comune e *Huso huso*, storione ladano), sono praticamente scomparse: lo storione cobice, *Acipenser naccarii*, specie endemica dell'alto Adriatico, è ancora presente e oggetto di pesca, ma con un'abbondanza relativamente scarsa.

Lo storione cobice raggiunge taglie minori dei suoi congeneri: la lunghezza massima stimata è di 161 ± 14 cm. Presenta un accrescimento rapido nei primi 2 anni di vita, durante i quali raggiunge una taglia di circa 50 cm ed un peso vicino al Kg. In seguito la sua crescita è più lenta, e raggiunge la dimensione di 1 metro ed un peso di 8-9 Kg solo verso i 10 anni di età.

I maschi iniziano ad essere maturi ad una dimensione superiore ad 80 cm (cioè fra 6 e 8 anni); le femmine maturano più tardi, ad una dimensione di oltre 100 cm. La maggior parte degli animali esaminati soffre di parassitosi da acantocefali, in modo anche molto pesante (110 parassiti per ospite): in questo caso le performances di crescita sono ridotte.

La pesca professionale ha contribuito a deprimere la popolazione di storioni cobice: oltre l'80% dei circa 2000 esemplari venduti al mercato ittico nel periodo 1981-88 aveva un peso inferiore a 3.5 Kg, ed era quindi in età preriproduttiva. Alla riduzione delle popolazioni di storioni hanno contribuito, oltre alla pesca, il progressivo degrado ambientale del Po, sotto forma di inquinamento e la costruzione di uno sbarramento lungo il corso del fiume.

(*) Dipartimento di Scienze Ambientali, Università della Tuscia, Via S. Camillo de Lellis, Blocco D, 01100 Viterbo

(**) Dipartimento di Biologia Evolutiva, Università di Ferrara, Via L. Borsari 46, 44100 Ferrara.

Abstract — In the Po River area three species of sturgeons have been recorded during the seventies; of these, the sturgeon (*Acipenser sturio*), and the beluga (*Huso huso*), up to now have practically disappeared from the river. Only the endemic Adriatic sturgeon, *Acipenser naccarii*, is still present and captured by fishermen, but its abundance is relatively low.

The Adriatic sturgeon grows less than its congeners, attaining the maximum length of 161 ± 14 cm. Nonetheless, during first years of life it grows very quickly: at the end of second year it is about 50 cm long and weights about 1 Kg. Later on, it needs about 10 years to achieve the size of 1 m and the weight of 8-9 Kg.

Sexual maturation of males starts when they are longer than 80 cm, and 6 to 8 years old: on the contrary, mature females occur only when they overcome the length of 100 cm. Most of the examined Adriatic sturgeons are parasitized by acantocephalans: when heavy affected, their growth performances are also reduced.

The abundance of the Adriatic sturgeon population was heavily compromised by fishing: more than 80% out of about 2000 specimens sold at the fish market during the 1981-88 period weighted less than 3.5 Kg and were therefore fished before the reproductive phase. Besides fishing, the reduction of the Adriatic sturgeon population is also a consequence of Po River pollution and of the building of a dam along the river.

Key words: Acipenseridae, life history, Po River, fishing.

Introduzione

Lo storione cobice, *Acipenser naccarii* Bonaparte (Osteichthyes, Acipenseriformes), è, assieme allo storione comune, *Acipenser sturio* L., e allo storione ladano, *Huso huso* (L.), una delle 3 specie di storioni segnalate per l'Italia (Tortonese, 1970; Gandolfi e Zerunian, 1987). *A. naccarii*, in particolare, è specie endemica dell'alto Adriatico: un tempo risaliva il Po, l'Adige ed altri fiumi del bacino veneto come il Brenta, il Piave, il Livenza, il Tagliamento (Bini, 1971); oggi lo si rinviene nel Po ed in qualche suo affluente (Bernini e Nardi, 1989).

La più recente monografia sugli storioni (Holcik, 1989) segnala una notevole carenza di informazione sulla biologia di *A. naccarii*, cui hanno in parte rimediato Bernini e Nardi (1989 e 1990) riportando dati di animali pescati nel tratto pavese del Po e del Ticino. Il presente studio riguarda la pesca ed aspetti della biologia dello storione cobice dell'area rodigina del Po, sulla base di dati raccolti nel periodo 1972-75 e più recentemente nel periodo 1987-89.

Materiali e metodi

L'ambiente

L'ambiente oggetto di studio è il corso inferiore del fiume Po in provincia di Rovigo, da S. Maria Maddalena al mare. A circa 51 Km dalla foce, dal ramo principale si staccano in successione il Po di Goro, e poi il Po della Donzella o Gnocca, il Po di Maestra, il Po della Tolle, e, a valle di questo, il Po della Pila che sbocca direttamente nel mare Adriatico. Poichè la cattura di storioni nei rami del Po è sporadica, l'indagine è stata condotta sull'asta principale, che, ai fini della pesca, sostiene l'importanza maggiore.

Metodi di campionamento

Nel periodo settembre 1972-febbraio 1975, con l'aiuto di un pescatore professionista si sono pescati 95 esemplari di storione, 18 dei quali subcam-

10 MAR 1993

GFD
LIBRARY

pionati e sacrificati per la determinazione del sesso. Dal marzo 1987 al settembre 1989, sempre con l'aiuto di un pescatore professionista che utilizzava reti monofilamento di fondo, derivanti, con maglie di 8 e 12 cm, sono stati pescati 142 storioni. Di 65 esemplari è stata misurata la lunghezza totale ed il peso, ed un subcampione di 22 esemplari è stato trasportato in laboratorio e sacrificato per l'analisi delle gonadi, dell'età e per l'indagine parassitologica. Di questi 22 esemplari si sono inoltre misurati altri caratteri biometrici e meristici, per un confronto con i dati riportati in letteratura. Di 5 esemplari è stato fatto il cariotipo, a partire da colture a breve termine del mesorene.

Per la determinazione dell'età è stato prelevato il raggio delle pinne pettorali, che è stato preparato utilizzando prima il metodo di Stone et al. (1982), e quindi quello di Currier e Roussow (1951), che ha dato migliori risultati.

I dati di lunghezza alle diverse età sono stati impiegati per il calcolo dell'equazione di crescita di von Bertalanffy mediante un programma di Salla et al. (1988).

Per l'esame delle gonadi e per verificare la presenza o meno di parassiti nel tubo digerente gli animali sono stati dissezionati ed è stato prelevato sia il tratto digerente che le gonadi. Le gonadi e le zone dell'intestino eventualmente infestate dai parassiti, isolate dal resto del tratto digerente, sono state fissate in Bouin, incluse in paraffina e sezionate al microtomo. Le sezioni, di circa 7-8 μm di spessore, sono state quindi colorate con il metodo di Azan-Mallory.

Raccolta ed analisi dei dati di mercato

Il mercato ittico di Donada (RO) è l'unico presso il quale vengono regolarmente venduti storioni provenienti dalla pesca: negli altri mercati ittici del Delta (Goro, Scardovari e Pila) negli ultimi 10 anni non sono stati venduti storioni. I dati di vendita al mercato di Donada, dal gennaio 1981 al dicembre 1988, riguardano esclusivamente lo storione cobice: per ogni esemplare la bolletta riporta la data di vendita e il peso. Per stimarne la lunghezza si è utilizzata la regressione lunghezza (cm)/peso (g), per calcolare la quale si sono usati i dati di 55 esemplari misurati nel periodo 1972-75 e di 65 del periodo 1987-89.

Risultati e discussione

Risultati dei campionamenti

Nel periodo settembre 1972-febbraio 1975 sono stati recuperati in totale 95 esemplari, di cui 6 nel 1972, 80 nel 1973, 8 nel 1974, 1 nel 1975: classificati per specie, 20 erano *A. sturio*, 20 *H. huso* e 55 *A. naccarii*.

La classificazione degli esemplari è stata fatta sulla base del loro aspetto morfologico. *Acipenser naccarii* è molto simile ad *Acipenser sturio*, ma ne differisce soprattutto per la conformazione del muso, che è più corto, largo e coperto di scudi ossei di diversa grandezza, ma regolari; il rapporto fra la distanza apice-inserzione dei barbigli e quella barbigli-bocca è ≤ 1 ; possiede un maggiore numero di scudetti ossei laterali (compreso tra 29 e 46, con moda a 35; Tabella 1), mentre in *Acipenser sturio* è 26-33.

Le distribuzioni di frequenza delle lunghezze delle 3 specie sono riportate nella Figura 1. Anche se i dati disponibili sono scarsi, avendo presente che essi sono stati raccolti soprattutto durante il 1973, è particolarmente interessante sottolineare la relativa abbondanza, per tutte e 3 le specie, di gio-

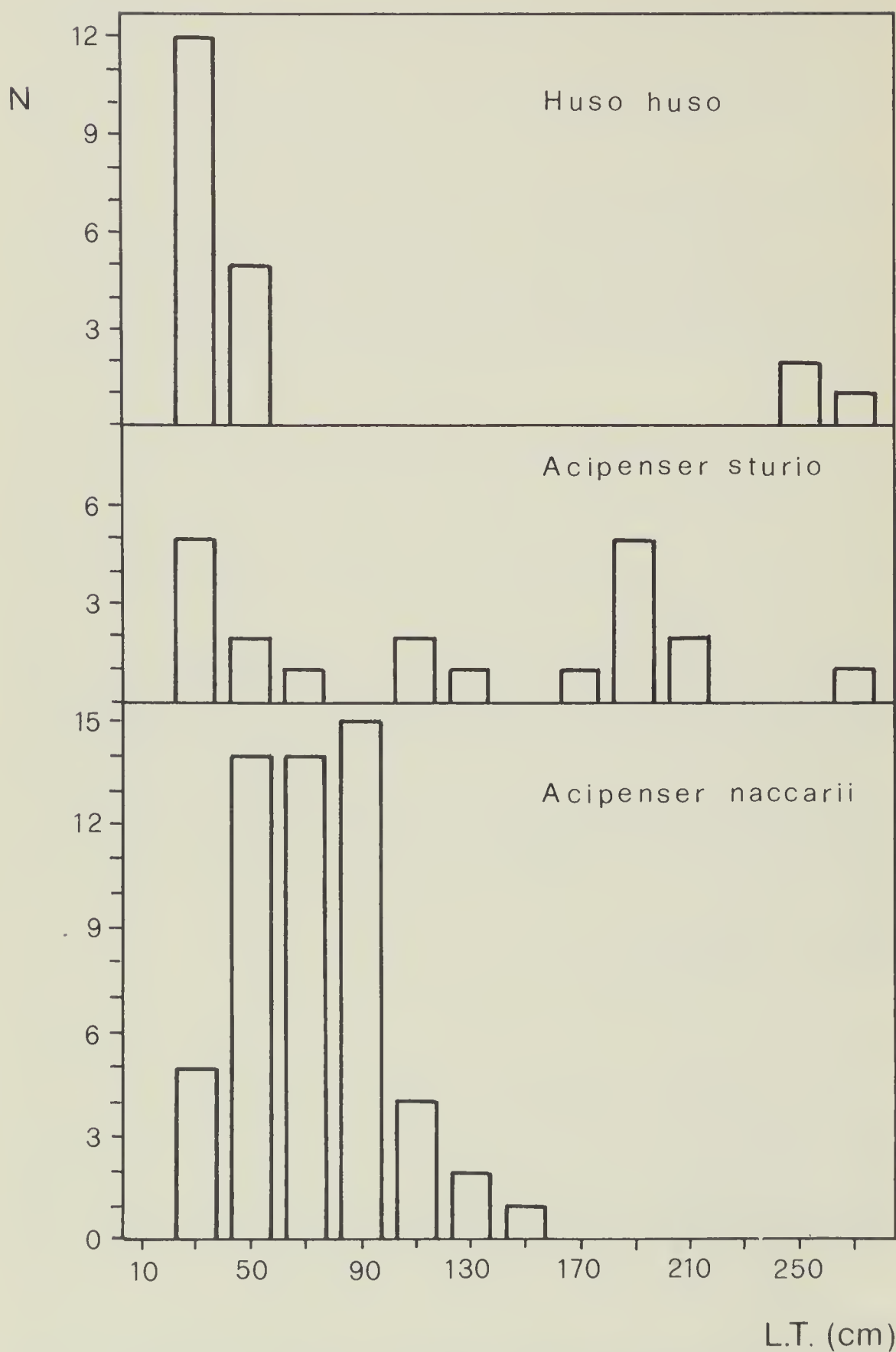


Fig. 1 - Distribuzione di frequenza degli storioni campionati in Po nel periodo 1972-75.

Tabella 1 – Numero di scudi dorsali (SD), laterali (SL) e ventrali (SV) in *A. naccarii* secondo vari Autori.

	SD	SL	SV
PAVESI, 1907	11-14	33-42	
D'ANCONA, 1928	11-14	33-42	
TORTONESE, 1970, 1989	10-14	32-42	8-11
BINI, 1971	11-14	33-42	
LELEK, 1980	12-14	40-42	
SVETOVIDOV, 1984	10-14	32-42	8-11
BERNINI & NARDI, 1989	9-14	32-45	8-13
Questo studio	13-21	29-46	8-12

vani esemplari sotto i 50 cm. Gli anni 1971 e 72, quindi, ebbero un buon successo riproduttivo, in particolare per *H. huso* e *A. sturio*. Il più piccolo *H. huso* campionato misurava 29.5 cm e pesava 0.095 Kg; il più piccolo *A. sturio* era lungo 26.1 cm e pesava 0.052 Kg; il più piccolo *A. naccarii* 28.2 cm e 0.127 Kg. Nei campioni sono anche presenti riproduttori di grossa taglia: il più grande *H. huso* campionato misurava 280 cm e pesava 140 Kg; il più grande *A. sturio*: 273 cm, 83 Kg; ed il più grande *A. naccarii*: 143 cm, 20.5 Kg.

Durante la campagna di campionamento dal marzo 1987 al settembre 1989 sono stati pescati 142 esemplari di storione, tutti della specie *Acipenser naccarii*. Durante questo periodo, nel tratto del fiume Po oggetto di studio sono stati catturati numerosi altri cobici, molti dei quali sotto misura; oltre a questi sono stati pescati solo 2 *Acipenser sturio*, entrambi di peso superiore a 50 Kg. Nessun *Huso huso* è stato segnalato. Poichè dal 1980 la pesca, la detenzione ed il commercio di *A. sturio* e *H. huso* sono proibite sul territorio nazionale (D.M. 21.05.80, G.U. n. 156 del 09.06.1980) è possibile che qualche esemplare sia stato casualmente catturato e non segnalato. Nel campione, il più piccolo storione cobice esaminato misurava 41.7 cm e pesava 0.338 Kg; il più grande 149 cm e 21.4 Kg. Il dettaglio dei 22 esemplari sacrificati è riportato nella Tabella 2.

Attualmente nell'area di indagine considerata, la parte terminale del fiume Po, l'unica specie di cui esiste uno stock ancora relativamente consistente è lo storione cobice, *A. naccarii*; *A. sturio* e *H. huso*, già scarsi nel periodo 1972-75, sono ora praticamente scomparsi. Il rapporto di abbondanza fra le 3 specie nel periodo 1972-75, infatti, non è rispecchiato dalla consistenza dei campioni, perchè *A. naccarii* era di gran lunga più abbondante rispetto alle altre due specie; *A. sturio* era comunque più frequente di *H. huso*. La diminuzione di abbondanza degli storioni nelle acque italiane era già stata sottolineata da D'Ancona (1924): egli però riferiva, per quell'epoca, di una minor frequenza di *A. naccarii*, ed ancor più di *H. huso*, nei confronti di *A. sturio*, confermando precedenti osservazioni di Scotti (1898). Il rapporto di abbondanza sfavorevole al *naccarii* era ribadito da Brunelli e Chiappi (1931); nel 1934 Brunelli riportava dati del Rizzardi, secondo i quali l'*A. sturio* rappresentava allora l'80% degli storioni pescati in Italia. Oggi, come si è detto, l'unico stock pescabile, al di là dei vincoli posti per le altre specie, è quello

dello storione cobice. Le segnalazioni delle altre specie in acque italiane (Holcik, 1989) sono del tutto sporadiche.

Tabella 2 – Dettaglio degli storioni cobice esaminati nel periodo marzo 1988 - settembre 1989.

Data di pesca	Lt (cm)	Peso (g)	Sesso	Peso gonadi (g)	Età (anni)	Acantocefali Parassiti n.
1 marzo 88	91.5	5000	F	251	8	48
2	92.7	6650	F	421	6	0
3	73.0	1760	F	4.4	4	2
4	60.4	995	M	3.3	2	2
5	61.0	1425	M	8.9	4	3
6	67.1	1700	M	12.2	4	1
7 aprile	63.4	1440	F	11	5	6
8	69.0	1550	Indif.	3.1	4	1
9	68.0	1500	F	8.3	4	30
10 maggio	90.5	4400	M	169	7	55
11	73.5	2550	Indif.	5	3	15
12	61.5	1310	Non Det.	3.9	3	
13	70.8	2065	M	35	3	0
14	73.0	2280	M	20	5	60
15 luglio	100.5	5800	F	150	10	2
16	53.3	847	F	1.6	3	0
17	41.7	338	Indif.	0.5	2	1
18	55.0	825	F	2	3	4
19 marzo 89	87.5	4600	M	209	5	5
20	93.7	6500	M	216.5	6	110
21 maggio	76.5	2520	F	13	6	15
22 settembre	107.5	10000	F	445	8	45

Morfometria degli esemplari esaminati

I caratteri meristici di volta in volta impiegati per la classificazione dai diversi Autori presentano amplissima variabilità, come dimostrato, ad esempio, per il numero di scudi (Tabella 1), e possono indurre ad errori. In base al numero ed alla posizione delle piastre ossee della parte superiore del capo, infatti, si era creduto per un certo tempo alla esistenza nelle nostre acque, oltre ad *A. naccarii*, di altre tre specie di storioni ad esso molto somiglianti: l'*Acipenser nardoii* Heckel e Knerr 1858, l'*Acipenser heckelii* Fitzinger 1836, l'*Acipenser nasus* Heckel 1858 (Supino, 1916).

Applicando la chiave proposta da Soljan (1975) basata sul rapporto fra ampiezza della bocca e distanza fra questa e l'apice del muso, tutti i nostri esemplari sono da considerarsi *naccarii*. È invece del tutto insoddisfacente, come è già stato segnalato da Bernini & Nardi (1989), quella basata sul rapporto fra lunghezza del muso e del capo, proposta da Tortonese (1989), per la quale solo 5 dei 22 esemplari esaminati risulterebbero *naccarii*. In questa

specie la variabilità della forma del capo è molto elevata: vi sono, negli animali più giovani e comunque inferiori a 60 cm, almeno due forme (Figura 2) che però, all'analisi cariologica, hanno presentato i 240 cromosomi caratteristici del *naccarii* (Fontana e Colombo, 1974).

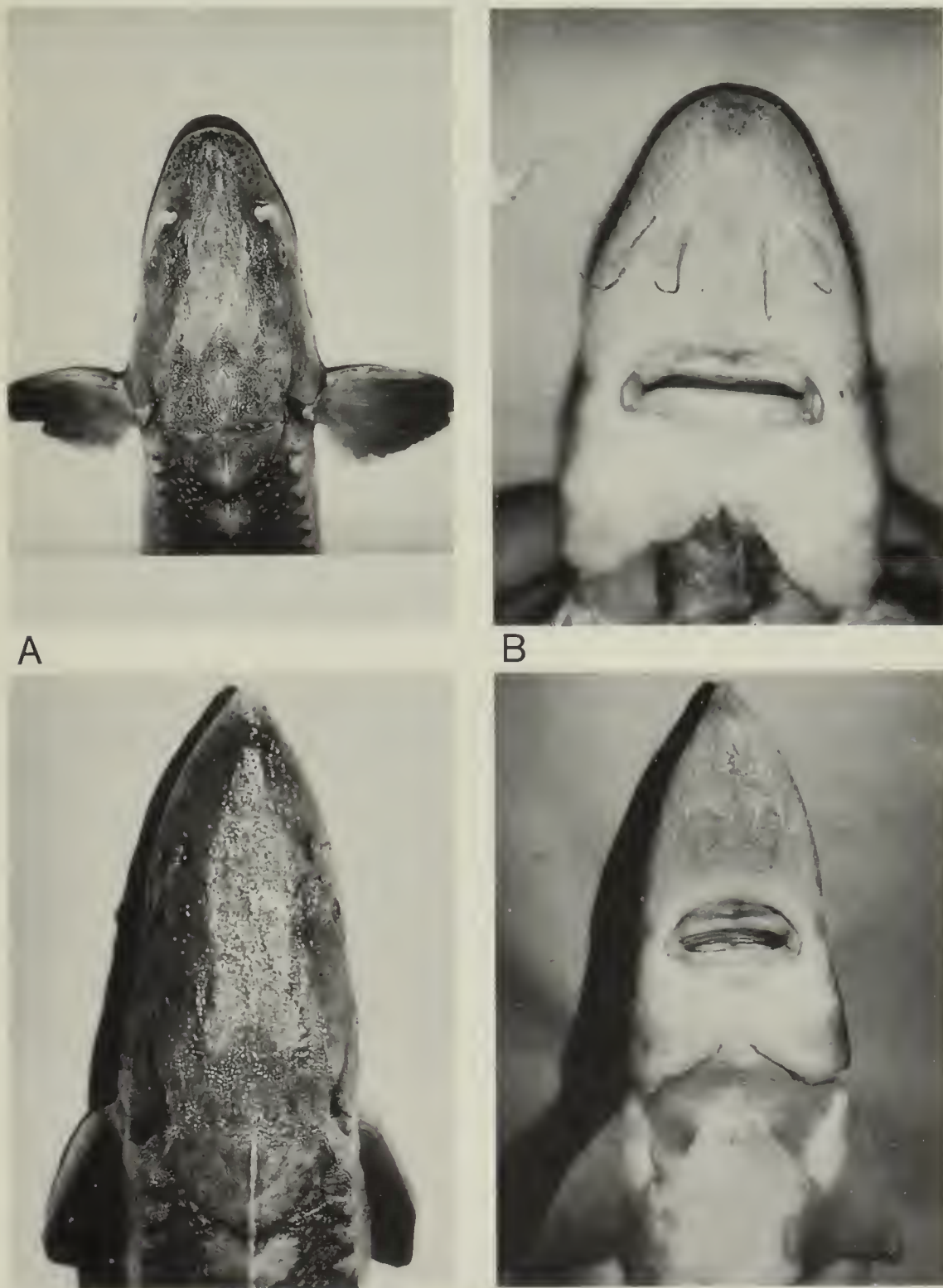


Fig. 2 — Diversa conformazione del muso di *Acipenser naccarii*, forma «rotonda» e «a punta». (A: Visione dorsale; B: Visione ventrale).

La Tabella 3 mette a confronto i parametri di alcune relazioni allometriche di animali pescati nel tratto pavese del Po con quelli del Delta. Anche se i dati sono scarsi, i risultati sono paragonabili e presentano lo stesso andamento di allometrie negative della lunghezza totale nei confronti delle misure della testa: ciò conferma l'impressione generale, nei confronti delle altre specie, del fatto che nel *naccarii* il capo, man mano che l'animale cresce, rimane più corto e tozzo.

Tabella 3 — Parametri delle relazioni allometriche in storioni cobice del Po ($a \pm s(a)$, intercetta; $b \pm s(b)$, pendenza). LT = lunghezza totale; LC = lunghezza del capo; LM = lunghezza del muso (dall'apice all'occhio escluso); RD = distanza rostro-depressione orale; LIB = larghezza interna della bocca.

	Fiume Po (Pavia) Bernini & Nardi (1989)	Fiume Po (Delta) Questo studio
N. oss.	24	22
LC vs LT		
$a \pm s(a)$	0.845	0.787 ± 0.022
$b \pm s(b)$	0.767	0.655 ± 0.047
R^2		0.91
LM vs LT		
$a \pm s(a)$	1.637	1.445 ± 0.034
$b \pm s(b)$	0.507	0.28 ± 0.073
R^2		0.42
RD vs LT		
$a \pm s(a)$	1.195	0.789 ± 0.042
$b \pm s(b)$	0.583	0.472 ± 0.092
R^2		0.57
LIB vs LT		
$a \pm s(a)$	0.194	0.064 ± 0.034
$b \pm s(b)$	0.799	0.995 ± 0.073
R^2		0.90
LIB vs RD		
$a \pm s(a)$	0.249	0.556 ± 0.077
$b \pm s(b)$	1.239	1.179 ± 0.266
R^2		0.50
LM vs LC		
$a \pm s(a)$	1.679	1.433 ± 0.029
$b \pm s(b)$	0.68	0.471 ± 0.092
R^2		0.57

Determinazione dell'età e accrescimento

La Figura 3 mostra esempi di sezioni del primo raggio della pinna pettorale. La lettura è agevole e consente il riconoscimento delle diverse bande anche in animali di 10 anni. La Tabella 4 riporta la lunghezza ed il peso medio dei 22 animali esaminati, raggruppati per classe di età. La separazione per sessi (11 femmine, 8 maschi) non è risultata conveniente, dato lo scarso numero di dati a disposizione.

Tabella 4 – Lunghezza media (cm. \pm D.S.) e peso medio (g. \pm G.S.) degli storioni cobice classificati per classe di età. Sessi congiunti.

Classe di età	N	Lunghezza \pm D.S. media	Peso \pm D.S. medio
2	2	51.05 \pm 13.20	666.5 \pm 464.0
3	5	62.82 \pm 9.10	1519.4 \pm 763.8
4	5	67.62 \pm 4.33	1587.0 \pm 139.5
5	3	74.63 \pm 12.13	2773.3 \pm 1636.7
6	3	87.63 \pm 9.65	5223.3 \pm 1916.9
7	1	90.50	4400.0
8	2	99.50 \pm 11.31	7500.0 \pm 3535.5
9			
10	1	100.50	5800.0

Lo storione cobice presenta un rapido accrescimento iniziale, potendo raggiungere una lunghezza di 50 cm in soli 2 anni. Successivamente, il tasso di crescita si riduce e per giungere al metro di lunghezza l'animale impiega altri 7 anni.

Con i dati della Tabella 4, tenuto presente che alla schiusa dell'uovo gli animali misurano mediamente 6.5 mm (Arlati *et al.*, 1988) ed assegnando convenzionalmente al più grande animale rinvenuto (149 cm) una età di 20 anni, si sono calcolati i parametri della curva di crescita secondo il modello di von Bertalanffy (Tabella 5; Figura 4).

L'adattamento dei dati alla curva, tenuto presente che mancano animali molto giovani e molto vecchi, è molto buono ($R^2 = 0.96$). Alla dimensione asintotica di 160.8 cm (con intervallo di confidenza al 95% fra 133 e 188 cm) corrisponde un peso teorico massimo di circa 20 Kg (intervallo al 95% fra 11 e 33 Kg): ciò sottolinea che *A. naccarii* raggiunge taglie molto più modeste rispetto ad *A. sturio* ed *H. huso*, le altre specie rinvenibili nel Po. A conferma della bontà della curva calcolata, si riportano alcuni dati di confronto: fra i dati di mercato del periodo 1981-89 risulta la cattura di 2 esemplari di grossa taglia, rispettivamente di 20 e 21.5 Kg; nei campioni del periodo 1972-75 figura un esemplare di 20.5 Kg, che misurava 143 cm; anche nel 1989 sono stati catturati 2 grossi esemplari, uno di 146 cm (20.9 Kg) ed uno di 149 cm (21.4 Kg). Fra le taglie massime, Bernini e Nardi (1990) segnalano un esemplare di 164 cm pesante 26.8 Kg; e, come dettaglio di colore, al mercato di Donada si

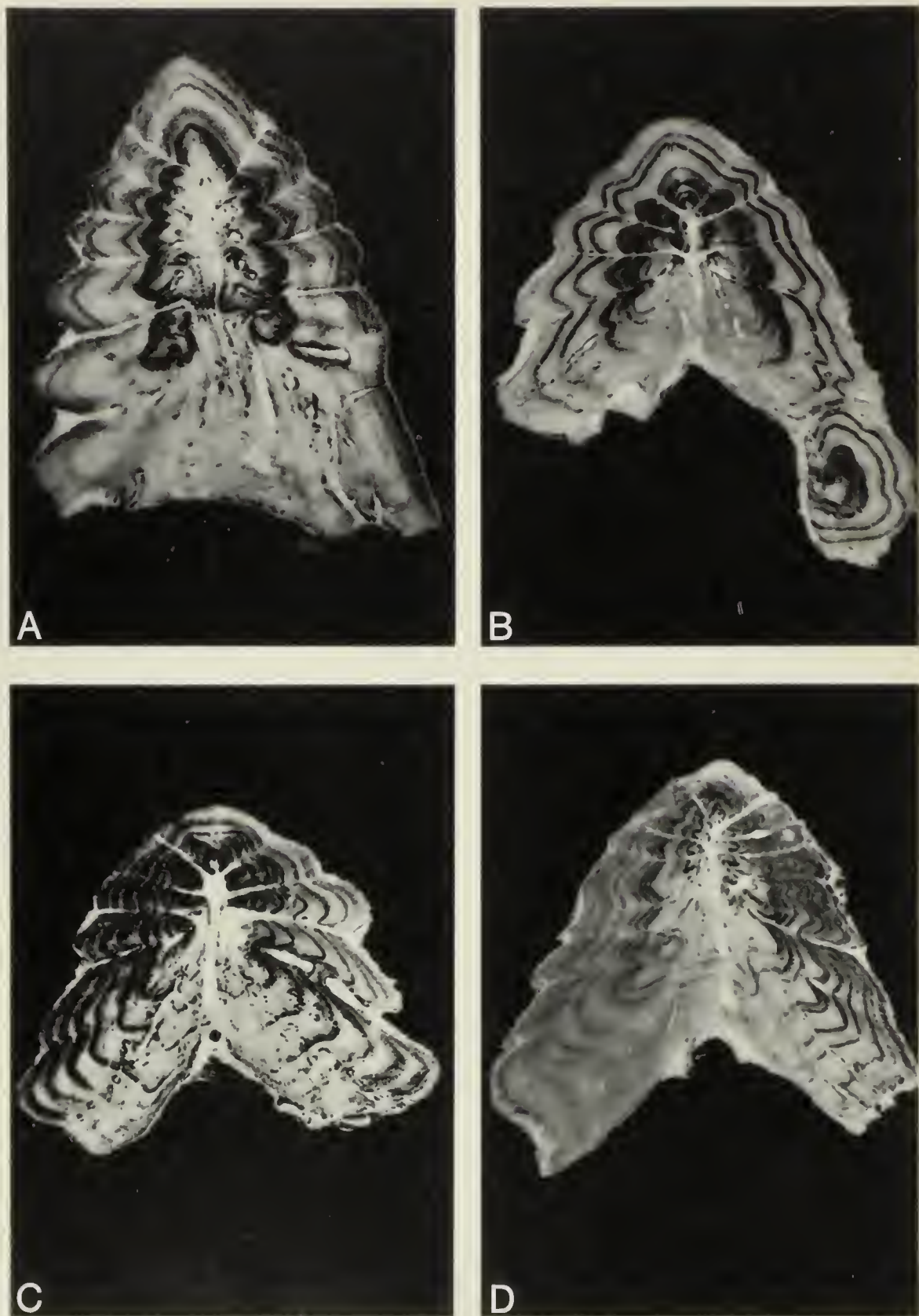


Fig. 3 — Sezioni del primo raggio della pinna pettorale di uno storione di (A) due anni ($\times 16$); (B) quattro anni ($\times 10$); (C) otto anni ($\times 7.5$); (D) dieci anni ($\times 7.5$). Luce riflessa su fondo scuro.

ricorda la vendita nei primi anni 60 di due esemplari 'giganti', rispettivamente di 33 e 41 Kg.

Il confronto della curva di crescita con quelle riportate da Bernini e Nardi (1990) indica che nella parte terminale del Po gli animali crescono meglio che non nel tratto pavese dello stesso fiume, ma in maniera simile a quelli del fiume Ticino. A parità di taglia gli animali del Delta sono anche più pesanti, come è confermato dal più alto valore dell'esponente della regressione allometrica lunghezza-peso riportato nella Tabella 5: 3.226 ± 0.064 contro 2.982 degli animali del tratto pavese del Po.

Tabella 5 – Parametri della curva di crescita di *Acipenser naccarii* (modello di von Bertalanffy) e della regressione lunghezza/peso.

L. inf.	160.8	± 14.1
K	0.1089	± 0.0216
Tsub0	-0.8882	± 0.4599
R ²	0.958	
Regressione lunghezza-peso ($P(g) = a L^b$ (cm))		
a	0.0015	± 0.0913
b	3.2261	± 0.0643
R ²	0.96	
N. di osservazioni	= 120	

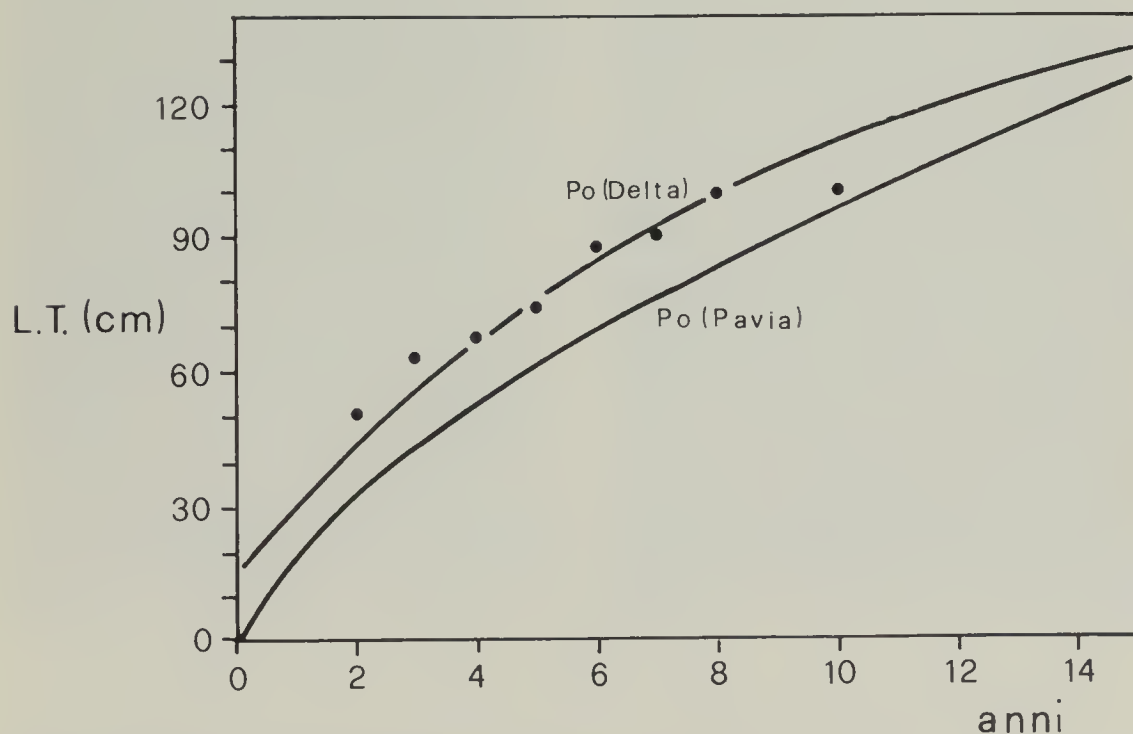


Fig. 4 – Curva di crescita dello storione del Po.

Biologia della riproduzione

Dei 22 animali esaminati 11 sono risultati femmine e 8 maschi (Tabella 2). Un esemplare, indicato come 'Non Determinato', non ha potuto essere classificato perchè dissezionato dopo essere stato congelato. Due esemplari, classificati 'Indifferenziati', presentavano gonadi che all'esame istologico al MO non hanno potuto essere ascritte con certezza a nessuno dei due sessi. La dettagliata descrizione dello sviluppo della gonade dello storione cobice di seguito riportata, è giustificata dal fatto che in letteratura per questo animale esiste finora solo una parziale indicazione dovuta a Paccagnella (1948).

Negli storioni cobice, le gonadi sono organi pari sospese per mezzo di un doppio strato di peritoneo, il mesorchio o mesovario, alla parete dorsale della cavità addominale e poste ai lati dell'intestino e sotto la vescica natatoria. Hanno forma allungata e depressa e si estendono dalla parte anteriore della cavità fin oltre i 2/3 di essa; sono di colore grigio sul lato mediale e tendono al giallognolo verso la faccia laterale. Consistono di un tessuto paragonadico costituito prevalentemente da tessuto adiposo che, nelle gonadi più sviluppate, raggiunge ragguardevoli dimensioni. Aderente a questo e fuso con esso decorre, sulla parete rivolta verso la parte laterale e per tutta la lunghezza della gonade, il tessuto germinale (Figura 5a).

Le gonadi degli esemplari esaminati, in base alla loro organizzazione strutturale e alle caratteristiche citologiche delle cellule germinali in esse contenute, sono state distinte in gonadi indifferenziate, testicoli giovani, testicoli non completamente maturi, testicoli maturi, ovari in corso di differenziazione, ovari giovani ed ovari grandi. Lo stadio di sviluppo della gonade correla grossolanamente con la dimensione corporea raggiunta, ma, ancor meglio, con l'età degli animali.

Gonadi indifferenziate (Figura 5b) si possono trovare anche in animali di dimensioni fino a 70 cm e 4 anni di età. Le gonadi sono di piccole dimensioni (circa 5 mm in altezza e 1 mm in spessore) con scarso tessuto paragonadico. All'esame macroscopico, sulla faccia laterale della gonade, spostata verso la regione dorsale, è possibile distinguere una sottile banderella, alta circa 1 mm e di colore rosato corrispondente alla parte germinale. In sezioni istologiche il tessuto paragonadico appare costituito principalmente da tessuto connettivo. La banderella germinale presenta il margine rivolto verso la parte laterale (margine laterale) sollevato in pieghe e rivestito da epitelio a cellule cubiche-cilindriche strettamente addossate tra loro. Sotto l'epitelio vi è uno stroma connettivale nel quale si osservano piccoli capillari e cellule germinali. Queste ultime sono unite in gruppi di 4-5-6 unità e ciascuno di essi è delimitato da proprie cellule avvolgenti.

Si rinvencono *testicoli giovani* (Figura 5c) in animali fra 60 e 70 cm, ad una età fra 2 e 4 anni. La gonade è più grande della precedente (circa 15 mm in altezza e 7 mm in spessore) con tessuto paragonadico ben sviluppato e banderella germinale relativamente estesa. In sezione trasversale il tessuto paragonadico appare, all'estremità apicale della gonade, come una cresta triangolare che si continua lateralmente sul lato mediale abbracciando la banderella germinale ivi aderente. Esso è costituito quasi esclusivamente da tessuto adiposo. Il margine laterale della banderella germinale appare liscio e ricoperto da un epitelio cubico. Le cellule germinali, non eccessivamente numerose e disposte a costituire sottili e brevi cordoni, sono distinguibili in

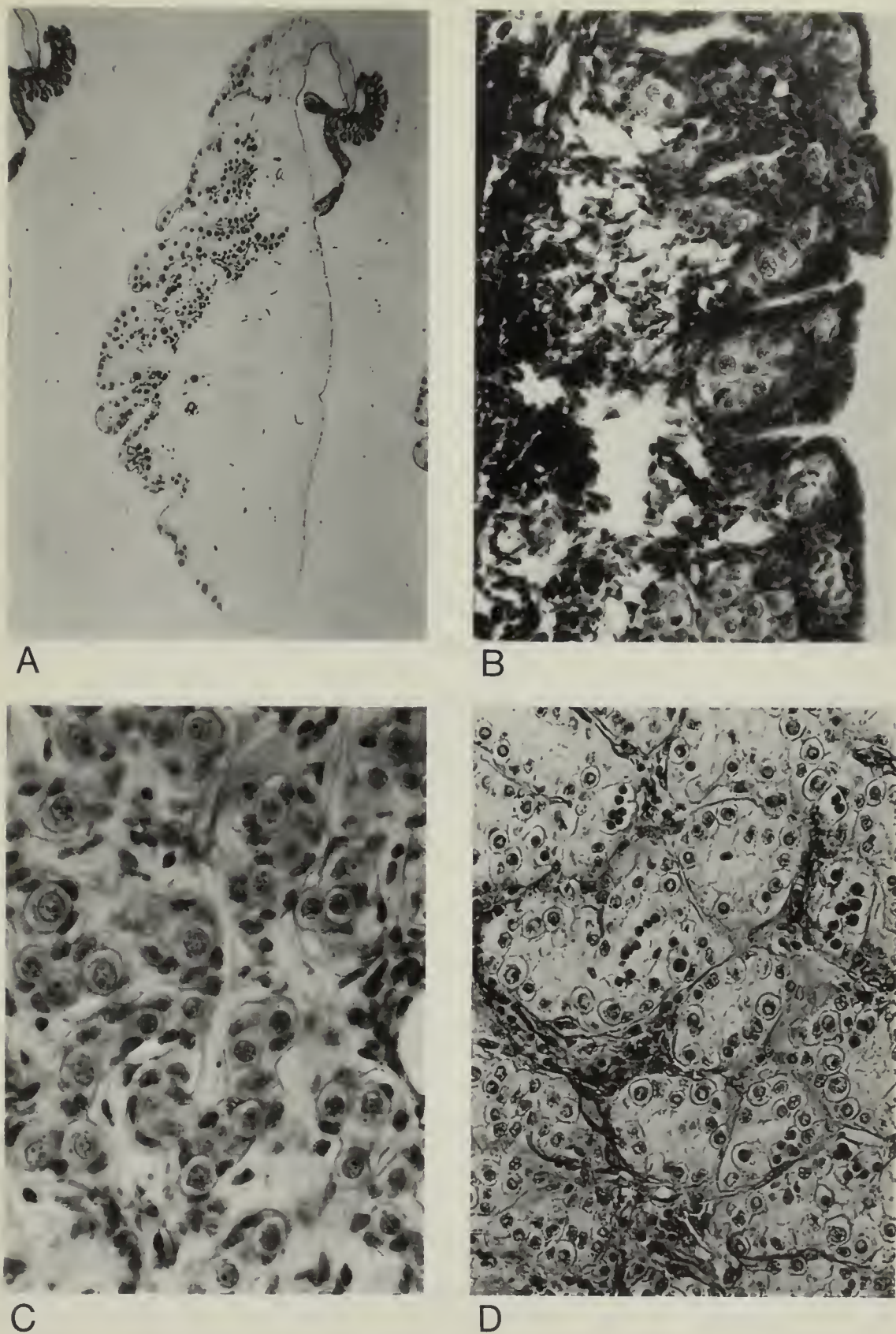


Fig. 5 — A) Sezione trasversale totale ($\times 6$) di un ovario di *A. naccarii* di LT 100.5 cm
B) Gonade indifferenziata di storione di cm 41.7 ($\times 360$). C) Testicolo giovane di storione di cm 70.8 ($\times 560$). D) Testicolo non completamente maturo di storione di cm 93.7 ($\times 360$).

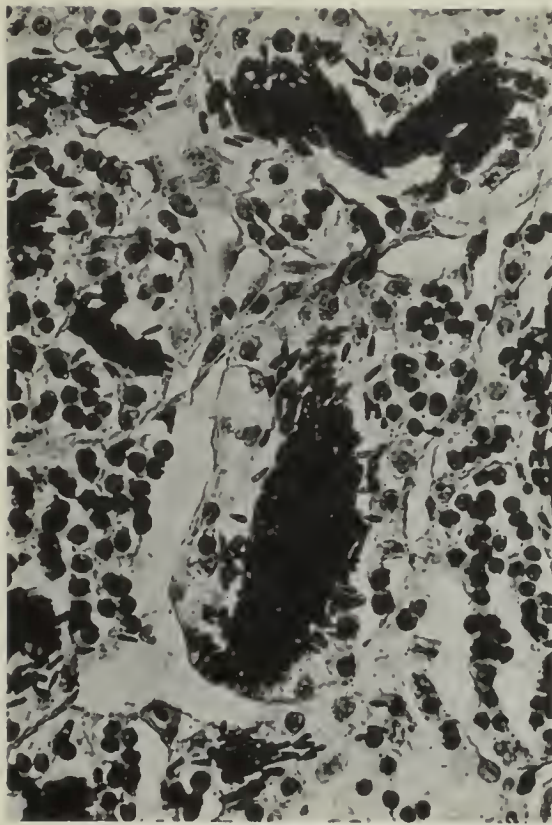
base alle loro dimensioni in spermatogoni primari (più grandi) ed in spermatogoni secondari (più piccoli). Gli spermatogoni primari sono isolati ed avvolti da proprie cellule somatiche mentre gli spermatogoni secondari sono prevalentemente raccolti in nidi di pochi elementi. La parte germinale della gonade è solitamente separata dal tessuto paragonadico da uno spesso strato di tessuto connettivo fibroso.

In animali fra 70 e 90 cm, ad una età fra 4 e 6 anni, si possono rinvenire *testicoli non completamente maturi* (Figura 5d). La gonade è leggermente più voluminosa di quella dello stadio precedente (circa 20 mm in altezza e 10 mm in spessore) e presenta abbondante tessuto paragonadico. L'esame istologico mostra che il tessuto germinale ha assunto la struttura tubulare tipica del testicolo. Le cellule germinali che formano la parete dei tubuli sono progredite notevolmente nello sviluppo: accanto a spermatogoni primari e a nidi di spermatogoni secondari si notano nidi di spermatociti di primo ordine, con le caratteristiche figure della meiosi, ed anche nidi di spermatociti di secondo ordine. Non si osservano ancora spermatidi e spermatozoi maturi.

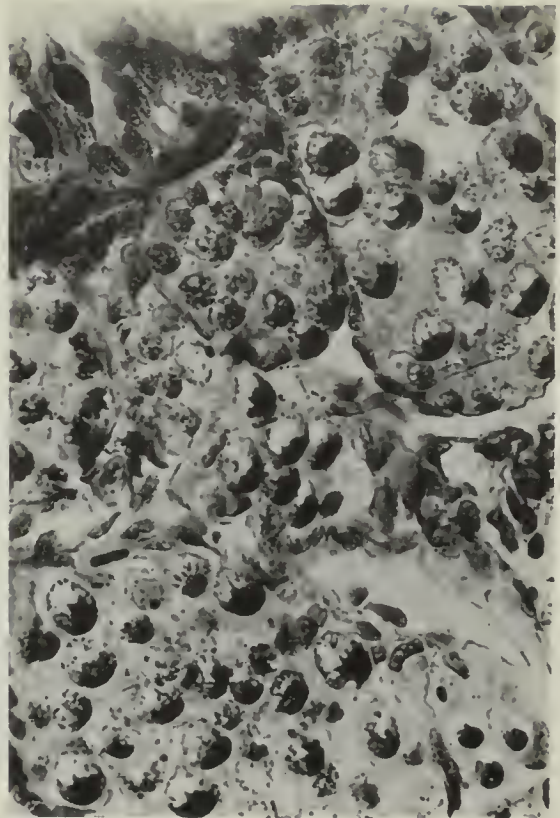
Testicoli maturi (Figura 6a) si trovano in animali sopra 80 cm e di oltre 5 anni. La gonade appare di dimensioni molto elevate (circa 50 mm in altezza e 30 mm in spessore) per il notevole sviluppo sia del tessuto paragonadico sia di quello germinale. Quest'ultimo è in piena maturità sessuale con tubuli che hanno il lume occupato da spermatozoi maturi. Nelle pareti dei tubuli si osservano, oltre a spermatogoni primari e secondari, nidi di spermatociti di primo ordine e di secondo ordine e numerose cisti di spermatidi.

In femmine fino a 55 cm e sotto a 3 anni la gonade si può caratterizzare come un *ovario in corso di differenziazione* (Figura 6b). Ha la stessa altezza di quella indifferenziata (circa 5 mm), ma uno spessore maggiore (circa 3 mm). Il tessuto paragonadico, relativamente sviluppato, appare all'esame microscopico costituito da tessuto adiposo. La banderella germinale, relativamente estesa rispetto a quella della gonade indifferenziata, è formata prevalentemente da voluminose cisti di oociti in meiosi iniziale. Le singole cisti sono avvolte da proprie cellule somatiche appiattite e tra loro separate da sottili lamine di tessuto connettivo. Sono pure presenti oogoni, alcuni isolati ed altri raccolti in nidi. Il margine laterale della banderella germinale mostra un profilo leggermente sinuoso con lievi incisive in corrispondenza delle quali vi è un addensamento di cellule somatiche.

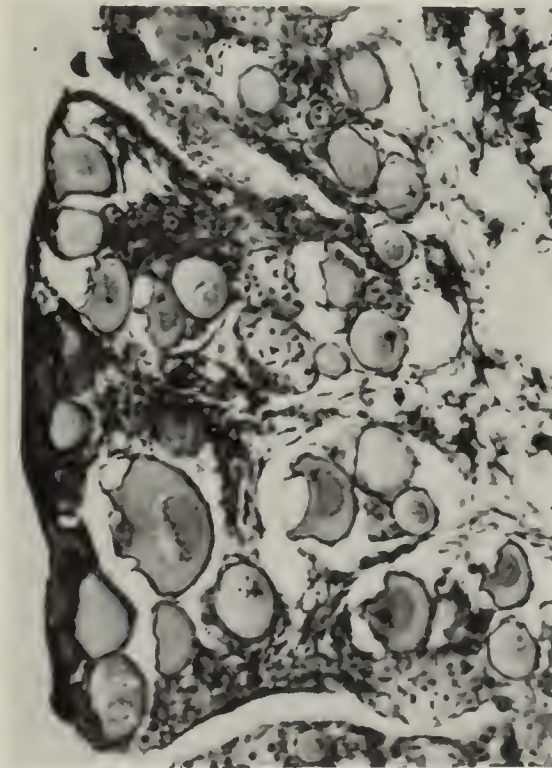
Già ad una dimensione di circa 50 cm, ed ad una età di 3 anni e fino ad 1 m di lunghezza si trovano femmine con *ovari giovani* (Figura 6c). Le gonadi hanno abbondante tessuto paragonadico e dimensioni che variano da 15 a 20 mm in altezza e da 5 a 10 mm in spessore. Già a livello macroscopico la gonade femminile in questo stadio di sviluppo è facilmente distinguibile dal testicolo per la presenza, sulla superficie della banderella germinale rivolta verso la parete laterale, di numerose pieghe trasversali. In sezioni istologiche la banderella germinale appare così formata da lamelle probabilmente provenienti dal ripiegamento dello strato ovogenico visto nello stadio precedente. Le lamelle ovariche appaiono larghe e rivestite da un foglietto epiteliale costituito da cellule appiattite e presentano nella parte interna gli elementi germinali dati prevalentemente da oociti previtellogenicici, oociti post-pachitenuici e nidi di oociti in meiosi iniziale. Accanto agli oociti si trovano anche oogoni. Gli oociti più grandi sono avvolti singolarmente da cellule so-



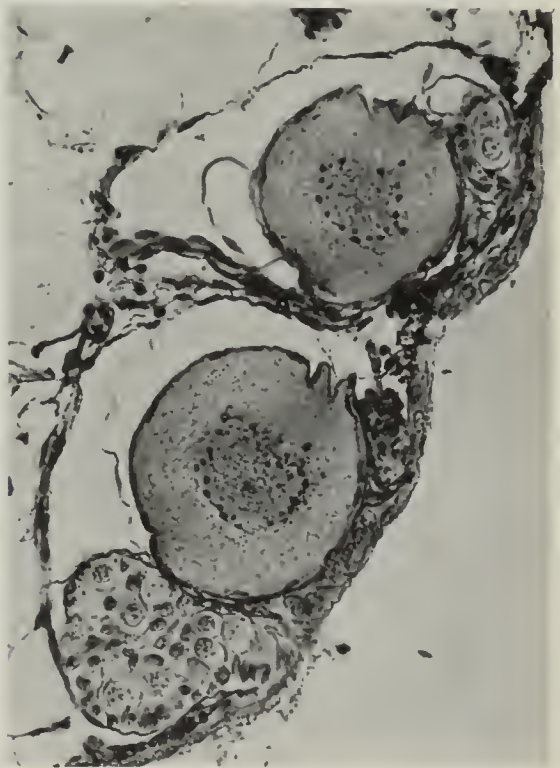
A



B



C



D

Fig. 6 — A) Testicolo maturo di storione di cm 87.5 ($\times 560$). B) Gonade che sta differenziandosi in ovario in storione di cm 55 ($\times 560$). C) Ovario giovane di storione di cm 53.3 ($\times 180$). D) Ovario grande di storione di cm 91.5 ($\times 360$).

matiche appiattite (cellule follicolari) e hanno nucleo voluminoso che solitamente contiene più nucleoli.

In animali sopra i 90 cm e di età superiore a 8 anni si trovano *ovari grandi* (Figura 6d). La gonade ha dimensioni ragguardevoli (negli esemplari esaminati raggiunge in alcuni casi i 60 mm di altezza e i 30 mm di spessore) con tessuto paragonadico molto abbondante. Anche il tessuto germinale è molto sviluppato e sporge sulla faccia laterale della gonade dove appare ripiegato a costituire numerose lamelle. All'esame microscopico si osserva che le lamelle ovariche presentano lungo la loro parete le cellule germinali (oociti previtellogenicici, oociti postpachitenici e nidi di oociti in meiosi iniziale; meno frequenti gli oogoni), mentre nella parte interna appaiono costituite da tessuto adiposo.

Fra gli esemplari esaminati (la femmina più grande era lunga 107.5 cm) non sono mai stati osservati ovari maturi con oociti in evidente accrescimento vitellogenico.

A. naccarii sembra essere un pesce marino che risale le acque dolci nel periodo della riproduzione nei mesi da marzo a maggio (Ninni, 1907). La maturità sessuale è raggiunta tardi: Paccagnella (1948) trovò che il più piccolo maschio maturo misurava 126 cm, con un peso di 11 kg, ma riporta osservazioni su pochi esemplari ottenuti dai pescatori del Po. Bernini e Nardi (1990) riportano un maschio maturo, su 9 esaminati, ma di soli 72 cm di lunghezza.

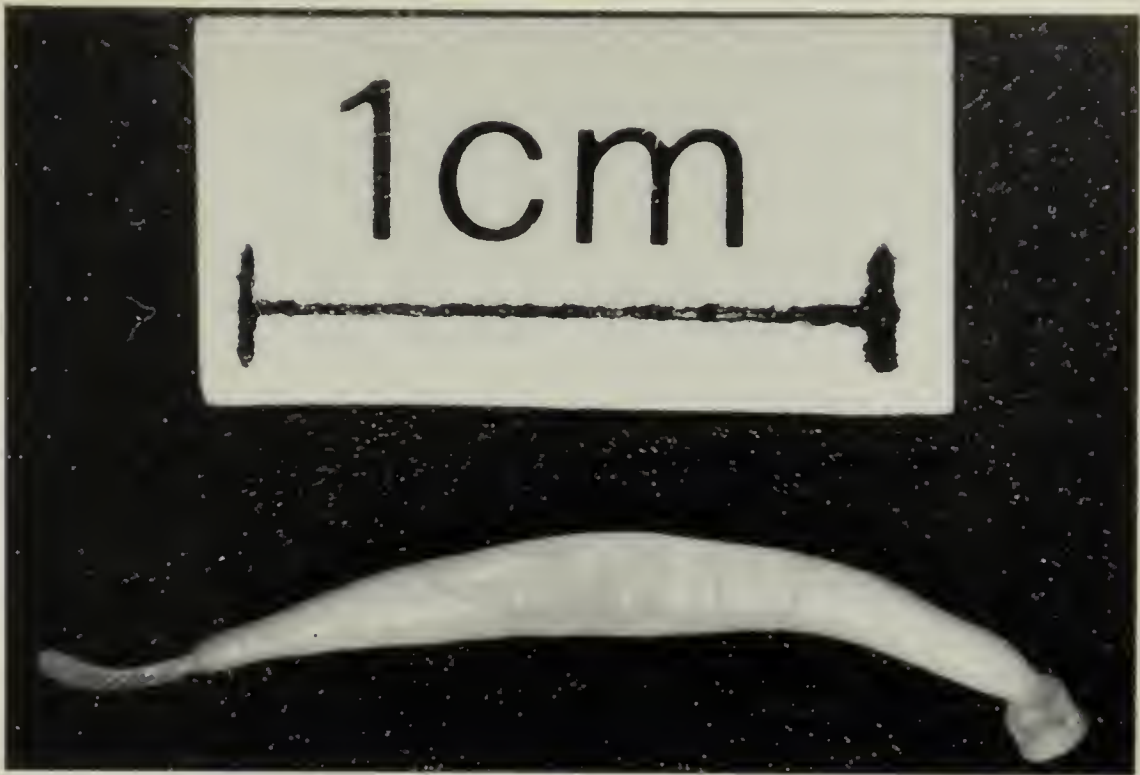
I dati di vendita del mercato non evidenziano la presenza di un periodo primaverile di montata di riproduttori, probabilmente per la scarsa presenza di esemplari di grossa taglia; al contrario, la cattura degli esemplari più piccoli è concentrata proprio nel periodo marzo-giugno durante il quale sono stati pescati circa 800 degli oltre 1000 individui sotto i 2 Kg.

L'andamento dell'indice gonadosomatico (GSI) è disponibile per 45 esemplari, di cui però solo 15 di dimensioni sopra 70 cm. In quelli più piccoli la gonade non è ancora sviluppata ed il GSI è inferiore a 1. Negli altri non appare correlazione con il periodo dell'anno. L'indice gonadosomatico più elevato (10) è stato osservato in una femmina di 12.5 Kg pescata nel maggio del 1973.

Indagine parassitologica

L'indagine parassitologica ha riguardato in particolare gli acantocefali (Tabella 2), che in caso di elevata intensità di infestazione per le loro peculiarità morfologiche e comportamentali sono causa di danni anche gravi al tratto digerente dei pesci (Bullock, 1963).

Dei 22 esemplari esaminati, 18 (82%) sono risultati parassitati dall'acantocefalo *Leptorhynchoides plagicephalus* (Westrumb, 1821) (Figura 7a). L'intensità della infestazione è variata da un minimo di 1 ad un massimo di 110 parassiti per ospite: in un terzo degli individui esaminati il numero di parassiti reperito era superiore a 30. La maggiore infestazione è stata rilevata a livello dell'intestino anteriore, in particolar modo nella porzione subito adiacente allo stomaco. Solo nei pesci che mostravano una elevata intensità di infestazione si è osservata la presenza di acantocefali nell'ultimo tratto intestinale. Gli esemplari di *L. plagicephalus* reperiti avevano una lunghezza da 10 a 28 mm e la proboscide lunga circa 3.4 mm. L'esame istologico ha messo



A



B

Fig. 7 — A) *Leptorhynchoides plagicephalus*, acantocefalo parassita di *A. naccarii*. B) Sezione istologica di tessuto intestinale di *A. naccarii* con parassita.

in evidenza alterazioni patologiche della parete intestinale nella zona di infissione dei parassiti (Figura 7b): l'epitelio ed i villi intestinali sono completamente distrutti e la porzione esterna della parete della proboscide appare in diretto contatto con le cellule e le fibre della lamina propria, sulle quali sono fermamente infissi gli uncini della proboscide. Nella zona di inserzione del parassita si osserva una pronunciata reazione del tessuto ospite che forma uno spesso avvolgimento di tessuto connettivo fibroso attorno alla proboscide ed alla porzione anteriore del tronco. In questo tessuto fibroso vi è una marcata infiltrazione linfocitaria e presenza di granulociti eosinofili, di macrofagi e di fibroblasti. Nell'epitelio vicino al sito di infestazione, inoltre, vi è un incremento di cellule mucipare. Eccezionalmente l'acantocefalo raggiunge con la proboscide lo strato circolare della muscolatura della parete intestinale. Nel punto in cui penetra la proboscide, il tessuto dell'ospite reagisce con notevole proliferazione connettivale ed un ispessimento dello strato muscolare. Nei casi di media e di elevata intensità di infestazione è frequente la presenza di siti di infissione molto vicini che provocano estese lesioni della mucosa.

Analisi dei dati di vendita del mercato di Donada (RO)

Dall'esame delle bollette d'asta del mercato ittico di Donada, nel periodo 1981-88 risultano essere stati venduti 2060 esemplari di storione cobice, per un peso complessivo di poco superiore alle 5 tonn. La Tabella 6 riporta i quantitativi ed i numeri per anno: questi dati rappresentano solo parzialmente le quantità pescate, poichè un certo numero di esemplari, probabilmente non piccolo ma difficilmente quantificabile, è venduto fuori mercato. Si tratta per lo più di animali che non raggiungono la taglia minima legale. Quest'ultima, fino al 1987, è stata, per lo storione cobice, 60 cm: dal 1987 è stata elevata a 100 cm.

Tabella 6 — Numero e peso totale degli storioni cobice venduti al mercato di Donada.

	N	Kg
1981	348	967.0
1982	139	340.8
1983	468	896.1
1984	672	1400.6
1985	289	668.5
1986	56	161.5
1987	19	129.7
1988	69	458.6
	2060	5022.8

Il 1984 risulta un anno particolarmente abbondante (672 esemplari), mentre nel 1987 ne sono stati venduti solo 19. Bisogna avere presente che i dati degli ultimi 2 anni (1987-88) risentono della situazione venutasi a creare

con l'introduzione della nuova misura minima legale (100 cm): dal momento che gli esemplari sotto taglia non possono passare per il mercato, l'entità del bracconaggio è sicuramente aumentata. Il risultato dell'introduzione della nuova normativa è evidente se si considerano i pesi medi mensili degli animali venduti (Figura 8). Nel periodo gennaio 1981-dicembre 1986 oscillano fra 2.5 e 3 Kg; quelli degli ultimi 2 anni sono molto maggiori. Appare evidente che lo sforzo di pesca è stato esercitato soprattutto sulle classi di età più giovani: oltre l'80% degli esemplari catturati pesa meno di 3.5 Kg.

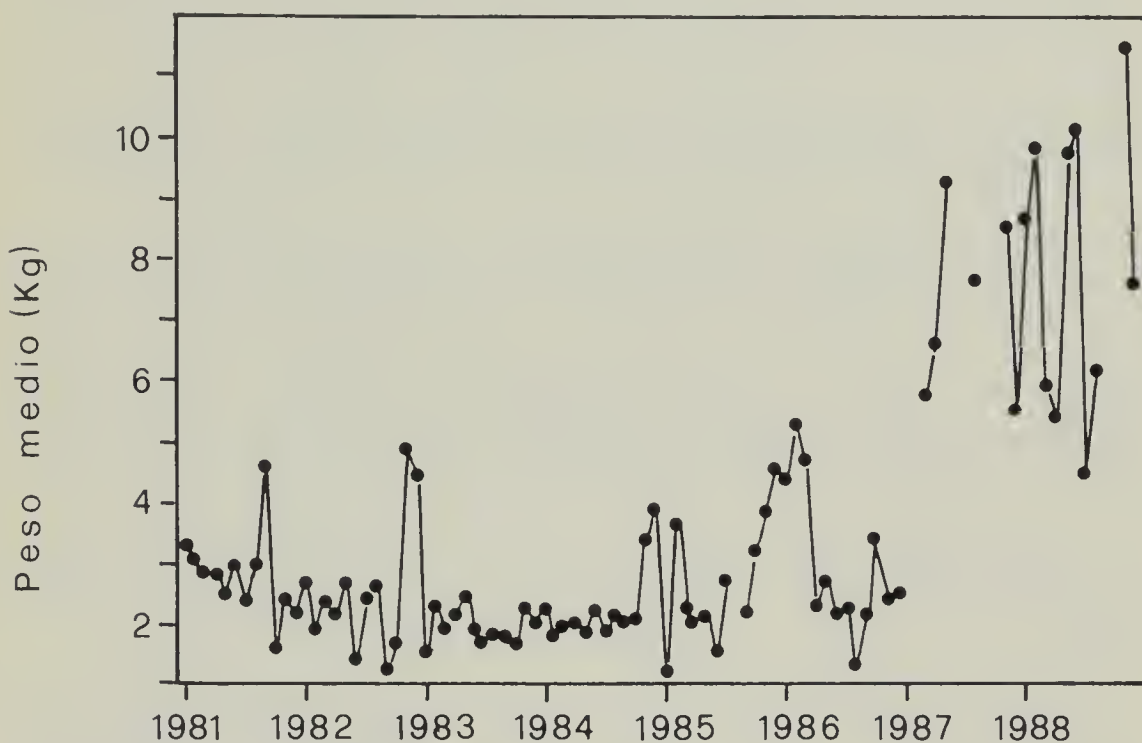


Fig. 8 — Andamento del peso medio per mese degli esemplari di *A. naccarii* venduti al mercato di Donada dal 1981 al 1988.

Conclusioni

1) Lo storione cobice, endemico del fiume Po, è un pesce che raggiunge taglie minori dei suoi congeneri: la lunghezza massima stimata è di 161 ± 14 cm. Presenta un accrescimento rapido nei primi 2 anni di vita, durante i quali raggiunge una taglia di circa 50 cm ed un peso vicino al Kg. In seguito la sua crescita è più lenta, e raggiunge la dimensione di 1 metro ed un peso di 8-9 Kg solo verso i 10 anni di età.

2) La relazione fra la dimensione raggiunta e lo stadio di maturazione delle gonadi non è molto stretta, ma presenta anzi un notevole intervallo di variazione. Appare in ogni caso evidente che solo i maschi possono essere maturi ad una dimensione fra 80 e 100 cm (cioè fra 6 e 8 anni), mentre è da escludere che lo siano le femmine.

3) La maggior parte degli animali soffre di parassitosi da acantocefali; in caso di forte infestazione (si sono rinvenuti fino a 110 parassiti per ospite) ne risentono le performances di crescita.

4) La pesca professionale ha contribuito a deprimere la popolazione di storioni cobice. Nel periodo precedente al 1987, la misura minima legale troppo ridotta (60 cm) ha permesso che lo sforzo di pesca venisse esercitato soprattutto su animali in età preriproduttiva: oltre l'80% dei circa 2000 esemplari venduti al mercato ittico nel periodo 1981-88 aveva un peso inferiore a 3.5 Kg.

5) Due delle 3 specie di storioni segnalati nel periodo 1972-75, *Acipenser sturio*, storione comune e *Huso huso*, storione ladano, sono praticamente scomparsi dalla parte terminale del fiume Po. L'*Acipenser naccarii*, storione cobice, autoctono del fiume Po è ancora presente ma con abbondanza relativamente scarsa. Preoccupa soprattutto il fatto che negli ultimi anni il reclutamento non è più così evidente come all'inizio degli anni 70.

Dalle indagini condotte nel periodo 1972-75 e 1988-89 sulla situazione delle popolazioni di storioni presenti nel Po emerge quindi un quadro preciso: le popolazioni di storioni nel Po sono in rapido declino.

Oltre ad intrinseche ragioni biologiche — questi pesci hanno un ciclo riproduttivo complesso, poichè raggiungono la maturità ad età avanzata e le femmine non si riproducono ogni anno; e soprattutto richiedono il mantenimento di idonei habitat fluviali per completare il loro ciclo vitale — hanno contribuito a questa situazione (I) il progressivo degrado ambientale sotto forma di inquinamento; (II) la costruzione di sbarramenti, il drenaggio del fondo ed il rinforzo degli argini; ed oltre a queste cause, anche (III) la pesca, esercitata soprattutto sulle forme giovanili in età preriproduttiva.

In conclusione, lo storione cobice, endemico del fiume Po, è un animale a rischio di estinzione, come già indicato da Lelek (1980), che lo ha incluso nella lista delle specie da proteggere, e da Fischer *et al.* (1987), che lo definiscono 'specie molto rara, probabilmente in via di estinzione'.

Dal punto di vista pratico anche il recente elevamento della misura minima legale a 100 cm non è sufficiente alla salvaguardia dei riproduttori. Si rende necessaria una maggiore protezione diretta della specie fermando, almeno temporaneamente, la pesca; e soprattutto una protezione indiretta mediante la bonifica del fiume. Senza il ripristino di accettabili condizioni ambientali qualsiasi altro intervento, come il ripopolamento con animali ottenuti mediante riproduzione artificiale (Arlati *et al.*, 1988), non potrà avere che risultati parziali.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato finanziato dall'Amministrazione Provinciale di Rovigo. Gli AA ringraziano il Sig. Gino Dalla Libera per la raccolta dei dati del periodo 1972-75; il prof. F. Fontana per l'analisi del cariotipo; e soprattutto il pescatore, Sig. Guido Siviero, la cui esperienza ed abilità ha consentito l'esecuzione dello studio.

Bibliografia

Arlati G., Bronzi P., Colombo L. & Giovannini G., 1988 - Induzione della riproduzione nello storione italiano (*Acipenser naccarii*) allevato in cattività. *Riv. Ital. Acquacol.*, 23: 94-96.

- Bernini F. & Nardi P. A., 1989 - Caratteri morfometrici e meristici del genere *Acipenser* L. (Osteichthyes, Acipenseridae) nel tratto pavese dei fiumi Po e Ticino. *Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino*, 7 (2), 321-340.
- Bernini F. & Nardi P. A., 1990 - Accrescimento di *Acipenser naccarii* Bp. (Osteichthyes, Acipenseridae) nel tratto pavese dei fiumi Po e Ticino. *Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino*, 8 (1), 159-172.
- Bini G., 1971 - Atlante dei pesci delle coste italiane. *Ed. Mondo sommerso*, II: 311.
- Brunelli G. & Chiappi T., 1931 - Pesci di acqua dolce. In: *La pesca nei mari e nelle acque interne d'Italia*, Roma, II: 469-472.
- Brunelli G., 1934 - Rapporto sulla biologia dello storione. *Rapp. D.U. Comm. Int. Expl. Sci. Medit.*, 8: 77-79.
- Bullock W. L., 1963 - Intestinal histology of some fishes with particular reference to the histopathology of Acanthocephalan infections. *J. Morphol.*, 112 1: 23-24.
- Currier J. P. & Roussow G., 1951 - Age and growth of lake sturgeon from lake St. Francis, St. Lawrence River. Report on material collected in 1947. *Can. Fish. Cult.*, 10: 17-29.
- D'Ancona U., 1924 - Dati per la biologia degli storioni nelle acque italiane. *Monitore Zoologico Italiano*, 6-7: 126-133.
- D'Ancona U., 1928 - Dati per la determinazione dell'età e per lo studio dell'accrescimento negli storioni. *Rendiconti della R. Accademia Nazionale dei Lincei*, XXXII (5): 132-136.
- Fischer W., Bauchot M.-L. & Schneider M. (red.), 1987 - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37. *FAO*, Rome, II Vertébrés: 761-1530.
- Fontana F. & Colombo G., 1974 - The chromosomes of Italian Sturgeons. *Experientia*, 30: 730-742.
- Gandolfi G. & Zerunian S., 1987 - I pesci delle acque interne italiane: aggiornamenti e considerazioni critiche sulla sistematica e la distribuzione. *Atti Soc. It. sci. nat. Mus. St. nat. Milano*, 128 (1-2): 3-56.
- Holcik J. (ed.), 1989 - The freshwater fishes of Europe. I/II. General introduction to fishes. Acipenseriformes. *AULA-Verlag*, Wiesbaden: 469.
- Lelek A., 1980 - Threatened freshwater fishes of Europe. *Nat. Env. Ser., Council of Europe, Strasbourg*, 18: 269.
- Paccagnella B., 1948 - Osservazioni sulla biologia degli storioni del Bacino Padano. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, 5 (1-3): 141-154.
- Pavesi P., 1907 - Gli Acipenseri nostrali. *Rend. R. Ist. Lombardo*, XL (2): 332.
- Saila S. B., Recksiek C. W. & Prager M. H., 1988 - Basic Fishery Science Programs, 18. *Elsevier Science Publishers B.V.*: 223.
- Scotti L., 1898 - La distribuzione dei pesci d'acqua dolce in Italia. *Stab. Tip. Civelli*, Roma: 47.
- Soljan T., 1975 - I pesci dell'Adriatico. *Mondadori*, Verona: 522.
- Stone W. B., Narahara A. M. & Dovel W. L., 1982 - Giemsa stained sections of pectoral fin rays for determining the age of sturgeon. *New York Fish and Game Journal*, 29 (1).
- Supino F., 1916 - I pesci di acqua dolce d'Italia. *Ulrico Hoepli*, Milano: 80.

- Svetovidov A. N., 1984 - Acipenseridae. In: Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. *Unesco*, Parigi: 220-225.
- Tortonese E., 1970 - Osteichthyes. In: Fauna d'Italia. *Calderini*, Bologna, X: XIII + 545.
- Tortonese E., 1989 - *Acipenser naccarii*. In: The freshwater fishes of Europe. I/II. General introduction to fishes. Acipenseriformes. (Holcik J. ed.), *AULA-Verlag*, Wiesbaden: 469.